

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-324496

(43) 公開日 平成8年(1996)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 6 4 C 11/40

識別記号

庁内整理番号

F I

B 6 4 C 11/40

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平7-131969

(22) 出願日

平成7年(1995)5月30日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 田中 茂貴

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

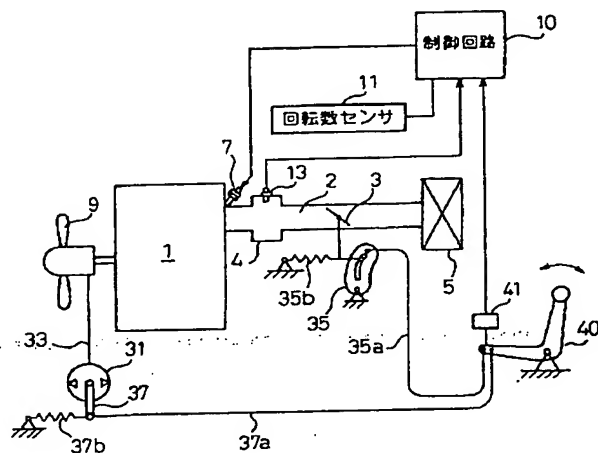
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 航空機用推進機関の制御装置

(57) 【要約】

【目的】 航空機用推進機関の操縦性を向上させる。

【構成】 航空機用機関1のプロペラ9ピッチを変更するガバナー31と機関のスロットル弁3とをプッシュプルケーブル35a、37aを介して単一のパワーレバー40に接続し、プロペラ回転数と機関出力とを単一のパワーレバーで同時に調節する。ガバナー31の設定回転数はパワーレバー40の操作量に比例して変化するが、スロットル弁3は非線形カム35を介してプッシュプルケーブルに接続し、パワーレバー40の操作量に対してスロットル弁開度変化が非線形に変化するようにする。



1…内燃機関  
3…スロットル弁  
9…プロペラ  
10…制御回路

31…プロペラガバナー  
35…非線形カム  
40…パワーレバー

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関の出力軸に接続された可変ピッチプロペラと、

前記プロペラのピッチを変更することによりプロペラの回転数を設定回転数に制御するガバナー手段と、  
機関吸気通路に配置されたスロットル弁と、該スロットル弁の開度を設定開度に制御するスロットル手段と、  
前記ガバナー手段の設定回転数と前記スロットル手段の設定開度との両方を単一のレバーの操作量に応じて変化させる制御手段とを備えた航空機用推進機関の制御装置において、

前記制御手段は、前記ガバナー手段の設定回転数と前記スロットル手段の設定開度とのうち少なくとも一方を、前記単一のレバーの操作量に対して非線形に変化させる非線形制御手段を備えた航空機用推進機関の制御装置。

【請求項 2】 前記非線形制御手段は、ガバナー手段設定回転数が予め定めた低回転側領域にある場合には、スロットル手段設定開度を前記レバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてスロットル手段設定開度が小さくなるように、かつガバナー手段設定回転数が予め定めた高回転側領域にある場合には、スロットル手段の設定開度をレバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてスロットル手段設定開度が大きくなるようにスロットル手段設定開度を非線形に制御する請求項 1 に記載の航空機用推進機関の制御装置。

【請求項 3】 前記非線形制御手段は、スロットル手段設定開度が予め定めた低出力側領域にある場合には、ガバナー手段設定回転数を前記レバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてガバナー手段設定回転数が大きくなるように、かつスロットル手段設定開度が予め定めた低出力側領域にある場合には、ガバナー手段設定回転数をレバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてガバナー手段設定回転数が小さくなるようにガバナー手段設定回転数を非線形に制御する請求項 1 に記載の航空機用推進機関の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、航空機用推進機関の制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 可変ピッチプロペラを有する航空機用機関では、従来機関回転数と機関出力（スロットル弁開度）とは、操縦者が個別のレバーを操作することにより別々に制御を行っていた。すなわち、これらの機関ではプロペラピッチを変化させることにより機関に加わる負荷を調節し、機関回転数を設定回転数に制御するプロペラガバナーが設けられている。操縦者はこのガバナーレバーを操作することによりプロペラガバナーの設定回転数を所望の値に設定するとともに、上記ガバナーレバーとは別のスロットルレバーを操作することによりスロ

トル開度を調節して所望の機関出力を得ていた。しかし、上記のようにガバナーレバーの操作とスロットルレバーの操作とを別々に行うことは煩雑であり操縦者の負担が大きくなる問題がある。また、上記に加えて機関に供給する混合気の空燃比を調節して巡航時の燃費低減を図るような場合には、さらに操縦操作は煩雑になる。

【0003】 上記問題を解決するために、例えば米国特許第 4 2 6 1 7 0 号公報にはスロットル開度とプロペラガバナー設定回転数とを単一のレバーで同時に制御するようにした航空機用機関が開示されている。同公報の機関は、機関吸入空気量に基づいて機関への燃料噴射量を制御する燃料噴射制御装置を設け、プロペラガバナーとスロットル弁とをリンク機構により単一のパワーレバーに接続してパワーレバーの操作量に応じてプロペラガバナーの設定回転数とスロットル開度とが同時に変化するようにしている。これにより、例えばプロペラガバナーの設定回転数が低い場合には同時にスロットル開度も小さく設定されて機関の低回転低出力運転が行われ、プロペラガバナーの設定回転数が高い場合には同時にスロットル開度も大きく設定されるため、機関の高回転高出力運転が行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記米国特許第 4 2 6 1 7 0 号公報の装置によれば、単一のパワーレバーの操作により機関回転数と機関出力とを同時に制御することが可能となるため、航空機の操縦操作を簡素化することができるという利点がある。ところが、上記公報の装置では単一のパワーレバーの操作により機関回転数と機関出力とを同時に制御するようにしているものの、プロペラ回転数変化に対する機関出力の変化特性については何ら考慮が払われていない。すなわち、単一のパワーレバーの操作により機関回転数と機関出力とを同時に変更するようにした結果、機関回転数と機関出力とは、ともにパワーレバーの位置のみによって決定されてしまうことになる。従って、プロペラ回転数に対する機関出力変化特性が固定されてしまうことになるため、この特性の設定により航空機の操縦性が影響されることになる。このため、例えば機関回転数とスロットル開度との両方がともにパワーレバーの操作量に比例して変化するような、いわゆる線形特性にプロペラガバナー設定回転数とスロットル開度設定回転数とを設定したのでは、プロペラ回転数に対して機関出力も線形特性を有することになり、必ずしもプロペラ回転数と機関出力との関係が最適化されない問題が生じる。

【0005】 本発明は上記問題に鑑み、航空機用機関の回転数と出力との両方を単一のパワーレバーの操作により制御する場合に、プロペラ回転数に対する機関出力特性を最適化することが可能な航空機用推進機関の制御装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明によれば、機関の出力軸に接続された可変ピッチプロペラと、前記プロペラのピッチを変更することによりプロペラの回転数を設定回転数に制御するガバナー手段と、機関吸気通路に配置されたスロットル弁と、該スロットル弁の開度を設定開度に制御するスロットル手段と、前記ガバナー手段の設定回転数と前記スロットル手段の設定開度との両方を単一のレバーの操作量に応じて変化させる制御手段とを備えた航空機用推進機関の制御装置において、前記制御手段は、前記ガバナー手段の設定回転数と前記スロットル手段の設定開度とのうち少なくとも一方を、前記単一のレバーの操作量に対して非線形に変化させる非線形制御手段を備えた航空機用推進機関の制御装置が提供される。

【0007】請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 において前記非線形制御手段は、ガバナー手段設定回転数が予め定めた低回転側領域にある場合には、スロットル手段設定開度を前記レバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてスロットル手段設定開度が小さくなるように、かつガバナー手段設定回転数が予め定めた高回転側領域にある場合には、スロットル手段の設定開度をレバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてスロットル手段設定開度が大きくなるようにスロットル手段設定開度を非線形に制御する航空機用推進機関の制御装置が提供される。

【0008】請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 において前記非線形制御手段は、スロットル手段設定開度が予め定めた低出力側領域にある場合には、ガバナー手段設定回転数を前記レバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてガバナー手段設定回転数が大きくなるように、かつスロットル手段設定開度が予め定めた低出力側領域にある場合には、ガバナー手段設定回転数をレバーの操作量に対して線形に変化させた場合に較べてガバナー手段設定回転数が小さくなるようにガバナー手段設定回転数を非線形に制御する航空機用推進機関の制御装置が提供される。

【0009】

【作用】請求項 1 に記載の制御装置では、制御手段は、ガバナー手段の設定回転数とスロットル手段の設定開度とは単一のレバーの操作量に応じて変化させる。また、非線形制御手段は、上記ガバナー手段の設定回転数とスロットル手段の設定開度とのうち少なくとも一方をレバーの操作量に対して非線形に変化するように制御する。これにより、機関回転数に対する機関出力の変化特性も非線形に設定されるため、回転数／出力特性を線形に設定した場合に較べて回転数／出力特性が機体特性や機関出力特性に合致したものになる。

【0010】請求項 2 に記載の制御装置では、非線形制御手段はスロットル手段設定開度を線形に制御した場合に較べて、低回転領域ではスロットル手段設定開度が小

さく、高回転側領域では大きくなるように制御する。このため、低回転側領域ではプロペラ回転数変化に対する機関出力の変化が相対的に小さくなり、高回転側領域ではプロペラ回転数変化に対する機関出力の変化が相対的に大きくなる。

【0011】請求項 3 に記載の制御装置では、非線形制御手段はガバナー手段設定回転数を線形に制御した場合に較べて、低出力側領域ではガバナー手段設定回転数が大きく、高出力側領域では小さくなるように制御する。このため、低出力側領域ではプロペラ回転数変化に対する機関出力の変化が相対的に小さくなり、高回転側領域ではプロペラ回転数変化に対する機関出力の変化が相対的に大きくなる。

【0012】

【実施例】以下添付図面を用いて本発明の実施例について説明する。図 1 は本発明の航空機用推進機関の制御装置の一実施例の全体構成を示す略示図である。図 1 において、1 は航空機用内燃機関を示す。本実施例では機関 1 として多気筒の 4 サイクルレシプロエンジンが使用されている。また、図 1 に 2 で示したのは機関 1 の吸気通路、3 は吸気通路 2 に設けられたスロットル弁、4 は吸気通路 2 のスロットル弁 3 下流側に設けられたサージタンク、5 はエアクリーナをそれぞれ示している。また、機関 1 の各気筒の吸気ポートには、各気筒吸気ポートに加圧燃料を噴射する燃料噴射弁 7 がそれぞれ設けられている（図 1 には燃料噴射弁 7 のうち 1 つのみを図示している）。

【0013】図 1 に 9 で示すのは、機関 1 の出力軸に接続された定速可変ピッチプロペラ、31 は可変ピッチプロペラ 9 のプロペラピッチを制御するプロペラガバナーである。本実施例では、プロペラガバナー 31 は遠心型ガバナーとされ、図示しない回転伝達軸を介して接続されている。プロペラガバナー 31 は機関回転数（プロペラ回転数）が設定回転数に一致するようにプロペラピッチを調節する作用を行う。すなわち、プロペラ回転数が設定回転数より高くなった場合にはガバナー 31 はプロペラピッチを増加させ、プロペラの吸収馬力を増大することにより機関回転数を低下させる。また、プロペラ回転数が設定回転数より低くなった場合にはガバナー 31 はプロペラピッチを低減し、プロペラの吸収馬力を低下させることにより機関回転数を増大させる。これにより、プロペラ回転数（機関回転数）は常にプロペラガバナーの設定回転数に一致するように制御される。図に 33 で示すのは、ガバナー 31 とプロペラ 9 の油圧可変ピッチ機構とを接続するピッチ調節用油圧配管である。

【0014】図に 10 で示すのは、エンジン 1 の制御を行う制御回路 10 である。制御回路 10 は本実施例では、RAM、ROM、CPU を相互に双方向性バスで接続した公知の構成のマイクロコンピュータとされ、エンジン 1 の空燃比制御等の基本制御を行う。これらの制御

のため、制御回路 10 にはエンジン 1 のクランク軸（図示せず）に設けられた回転数センサ 11 からエンジン 1 の回転数  $N$  を表す信号が、また、サージタンク 4 に設けられた吸気圧センサ 13 からサージタンク内の絶対圧力（吸気圧力） $P_M$  を表す信号がそれぞれ入力されている。他、後述するパワーレバー 40 の位置を示す位置信号がポジションセンサ 41 からそれぞれ入力されている。また、制御回路 10 は図示しない駆動回路を介してエンジン 1 の各気筒の燃料噴射弁 7 に接続され、燃料噴射弁 7 からの燃料噴射を制御している。

【0015】図 1 に 40 で示すのは、プロペラガバナ 31 の設定回転数とスロットル弁 3 との開度とを同時に調節するパワーレバーである。パワーレバー 40 の一端はガバナ 31 の回転数設定機構 37 とスロットル弁 3 の開度設定カム 35 にそれぞれプッシュプルケーブル 37a と 35a とを介して接続されており、操縦者がパワーレバー 40 を操作すると、プッシュプルケーブル 37a、35a を介して回転数設定機構 37 と開度設定カム 35 がそれぞれパワーレバー 40 の操作量に比例した量だけ駆動される。

【0016】また、図 1 に 37b で示したのは回転数設定機構 37 を設定回転数が増大する方向に付勢する付勢スプリング、35b で示したのは開度設定カム 35 をスロットル弁開度が増大する方向に付勢する付勢スプリングである。付勢スプリング 35b、37b は、例えばプッシュプルケーブル 35a または 37a が切断されたような場合にそれぞれガバナ設定回転数またはスロットル弁開度を増大させる方向に作用する。このため、プッシュプルケーブル 35a または 37a の一方が切断されたような場合にはプロペラ回転数またはスロットル弁開度の一方が最大値に固定された状態でもう一方が制御されるため、機体の推力を正常な側のプッシュプルケーブルで制御することが可能となる。

【0017】ここで、ガバナ 31 の設定回転数は、回転数設定機構 37 の作動量に比例して変化する。すなわち、ガバナ 31 の設定回転数はパワーレバー 40 の操作量に対して線形に変化するように設定されている。一方、本実施例ではスロットル弁 3 に連結された開度設定カム 35 は非線形カムとされており、スロットル弁 3 の開度変化はカム 35 の作動量に比例しない。すなわちスロットル弁 3 の開度は、非線形カムの作用により、パワーレバー 40 の操作量に対して非線形に変化している。

【0018】図 2 はパワーレバー 40 の操作量に対するスロットル開度の変化特性の一例を示す図である。図 2 において縦軸はスロットル弁開度（%）（及びガバナ設定回転数（%））を、横軸はパワーレバー 40 の操作位置（%ストローク）を示しており、図中実線はスロットル開度の変化特性を、点線はガバナ設定回転数の変化特性を示している。図 2 に示すように、ガバナ設定

回転数（点線）はパワーレバー 40 の操作量に比例した線形の変化を示すが、スロットル開度は特性を線形に設定した場合（例えば、ガバナ設定回転数と同一の特性に設定した場合）に較べて、ガバナ設定回転数が低速側の範囲（図 2、区間 I）では開度が小さく、高速側の範囲（図 2、区間 II）では開度が大きくなり、更にガバナ設定回転数が更に大きい領域（図 2、区間 III）ではスロットル開度は全開に維持されるように設定されている。

【0019】図 3 は図 2 の非線形特性を得るための開度設定カム 35 の形状を示す図である。開度設定カム 35 は、吸気通路 2 に接続されるスロットルボディ 51 上のピン 53 廻りに回転可能に装着され、ピン 53 への取付部とは反対側の端部 54 にパワーレバー 40 からのプッシュプルケーブル 35a 端部が取り付けられる。また、スロットル弁 3 はスロットルボディ 51 を貫通する駆動軸 55 に固定されており、駆動軸 55 と一体に回転する。開度設定カム 35 にはカム溝 57 が設けられている。スロットル弁 3 の軸 55 には一端にピン 55a を有するアーム 55b が固定されており、ピン 55a は開度設定カム 35 のカム溝 57 に係合している。

【0020】従って、開度設定カム 35 がプッシュプルケーブル 35a により回転駆動されると、ピン 55a はカム溝 57 に沿って移動し、アーム 55b、軸 55 を介してスロットル弁 3 を回転させる。図 3 において実線で示すのはスロットル弁 3 が全開（100%開度）になるときのカム位置、点線で示すのはスロットル弁 3 が全閉（0%開度）になるときのカム位置である。すなわち、パワーレバー 40 の操作量（ストローク）が 0 の状態ではピン 55a は図 3 に点線で示した位置でカム溝 57 の区間 57a と係合している。また、パワーレバー 40 が操作されると、ピン 55a はカム溝 57 の区間 57a と係合しつつカム溝内を移動する。カム溝 57 の区間 57a の形状はカム 35 の回転角に対してアーム 55b の回転角が最初は小さく、次第に大きくなるように設定されている。このため、カム溝 57 の区間 57a とピン 55a が係合している間はパワーレバー 40 ストロークに対してスロットル開度は、図 2 区間 I のように変化する。また、パワーレバー 40 のストロークが増大して、カム 35 の回転角が増大すると、ピン 55a は次にカム溝 57 の区間 57b と係合する。カム溝 57 の区間 57b の形状はカム 35 の回転角に対してアーム 55b の回転角が最初は大きく、次第に小さくなるように設定されており、区間 57b の終端ではスロットル開度が全開になるように設定されている。このため、ピン 55a がカム溝 57 の区間 57b と係合している間はパワーレバー 40 ストロークに対してスロットル開度は、図 2 区間 II のように変化する事となる。

【0021】また、この状態からさらにパワーレバー 40 のストロークが増大してカム 35 が回転するとピン 5

5 a はカム溝 5 7 の区間 5 7 c と係合するようになる。区間 5 7 c の形状はカム 3 5 の回転位置に係わらず、アーム 5 5 b の回転角を一定（スロットル弁全開位置）に維持するように設定されており、この区間ではパワーレバー 4 0 のストロークにかかわらずスロットル開度は全開に維持される（図 2 区間 II）。

【0022】本実施例では、図 2 に示したようにスロットル開度特性を設定した結果、例えばプロペラの低回転側領域（図 2、区間 I）では、スロットル開度特性を線形に設定した場合に較べてパワーレバー 4 0 の単位操作量当たりのスロットル開度（機関出力）の変化が小さくなる。このため、低回転低速領域では機関出力の微妙な調節を行うことが可能となり低回転低速領域での操縦性が向上する。また、低回転側領域ではスロットル開度特性を線形に設定した場合に較べて機関出力が小さくなるので、同一回転数でもプロペラピッチが小さく設定されるようになる。従って、機体減速時等に推力の低下が大きくなり減速操作が容易になる利点がある。

【0023】一方、プロペラの高回転側領域（図 2、区間 II）では、上記とは逆に、スロットル開度特性を線形に設定した場合に較べてスロットル開度は大きく設定され機関出力が大きくなるので同一プロペラ回転数でもプロペラピッチは大きく設定されるようになる。従ってプロペラ高回転側領域では大きな推力が得られるようになり離着陸時等の推力を必要とする運転時に操縦が容易になる。また、高回転側では、スロットル開度が大きく設定されるためスロットル特性を線形に設定した場合よりも吸気抵抗が減少して高回転側領域での機関効率が向上する利点がある。

【0024】なお、本実施例では図 2 のようにガバナー設定回転数特性（点線）を線形に、スロットル開度特性（実線）を非線形に設定しているが、図 4 カーブ ① に示すように、スロットル開度特性（実線）を線形に、ガバナー設定回転数特性（点線）を非線形に設定することによっても本実施例と同様の効果を得ることができる。この場合には、スロットル開度設定カム 3 5 のカム溝 5 7 を、カムの回転角とスロットル弁開度とが線形になる形状に設定し、ガバナー 3 1 の回転数設定機構 3 7 に図 3 と同様な非線形カムを設けるようにすれば良い。また、回転数設定機構 3 7 に非線形カムを設け、設定カム 3 5 のカム溝も非線形特性にすることにより、ガバナー設定回転数特性とスロットル弁設定開度特性との両方を非線形とすることも可能である。

【0025】また、航空機の機体特性によっては、図 2 の特性とは別のスロットル弁開度特性とガバナー開度特性を設定する必要がある。本実施例では、スロットル弁開度設定カム 3 5 として非線形カムを使用しているため、この非線形カムのカム溝を適宜な形に設定することにより、任意のスロットル開度特性を簡単に得ることができる。例えば、図 4、カーブ ②、③ のような特性も容

易に得ることができる利点がある。また、非線形カムをガバナー回転数設定機構に適用すれば、同様に任意のガバナー回転数特性を簡易に設定することができる。

【0026】また、本実施例では非線形カムを用いてガバナー設定回転数またはスロットル弁設定開度の一方または両方のパワーレバー 4 0 操作量に対する変化特性を非線形としていたが、非線形カム以外のリンク機構により非線形特性を持たせるようにしても良い。さらに、回転数設定機構 3 7 またはスロットル弁の一方または両方を独立したアクチュエータ（例えばステッパモータ、油圧アクチュエータ）等を用いて駆動するようにし、このアクチュエータの作動を制御回路 1 0 により制御してガバナー設定回転数またはスロットル弁開度に非線形特性を持たせるようにしても良い。

【0027】次に、本実施例のパワーレバー 4 0 の構造について説明する。本実施例では、パワーレバー 4 0 には、パワーレバーのストローク位置によってレバーの操作力を変化させる機構が設けられている。すなわち、本実施例では、パワーレバー 4 0 の操作量はストロークが小さい間は操作力が比較的小さく、あるストローク（例えば機関の定格出力の 75% 程度に相当するストローク）より大きいストロークでは操作力が比較的大きくなるように、一定のストロークを境に操作力が変化するようになっている。

【0028】前述のように、本実施例では機関に供給される混合気の空燃比は制御回路 1 0 により制御されている。制御回路 1 0 は、例えば機関出力が低い領域（例えば定格出力の 30% 以下）では機関空燃比を理論空燃比よりリッチ側（例えば空燃比で 12 程度）に設定し、これ以上の領域（巡航出力領域、例えば定格出力の 30% から 75% 程度までの領域）では機関空燃比を理論空燃比よりリーン側（例えば空燃比で 18 程度）に設定する。また、更に機関出力が大きい領域（例えば定格出力の 75% 以上）では機関空燃比は再び理論空燃比よりリッチ側（空燃比で 12 程度）に設定されるようになっていく。

【0029】すなわち、機関 1 の空燃比は燃費を低減するためにできるだけ理論空燃比よりリーン側に設定することが好ましい。しかし、機関低出力時に機関空燃比をリーン空燃比に設定すると機関の回転数が安定しない場合が生じる。また、機関大出力時には機関空燃比をリーン空燃比に設定すると十分な機関出力が得られない問題や、機関排気温度が過度に上昇して排気系の要素の寿命が低下する等の問題が生じる。そこで、本実施例では、制御回路 1 0 は機関低出力領域（例えば定格出力の 30% 以下）では機関の運転を安定させるために機関空燃比をリッチ空燃比に設定するとともに、飛行中最も使用頻度が高い機関中高出力領域（巡航出力領域）（例えば定格出力の 30% 程度から 75% 程度までの領域）では機関空燃比をリーン空燃比に設定して燃費の低減を図って

いる。また、更に高出力領域（例えば定格出力の 75% 以上の領域）では、機関空燃比をリッチ空燃比に設定することにより、機関出力の確保と排気温度の過度の上昇防止とを図っている。なお、機関出力増大時の低出力領域から巡航出力領域移行の際の空燃比の切換（リッチ→リーン）は徐々に行い機関出力の急変が生じないようにしているが、巡航出力領域から高出力領域への移行の際の空燃比の切換（リーン→リッチ）は排気系要素保護の観点から瞬間的に行うようにしている。このため、機関出力が増大して巡航出力領域から高出力領域に入ると、空燃比のリッチ化により急激に出力が増大することになる。

【0030】このような急激な出力の増大が操縦者の予期していない状態で生じると推力の急増による機体の急上昇などが生じ、操縦性の悪化が生じる場合がある。また、操縦者が予期していた場合でも頻繁に高出力領域での運転を行うと燃費の増大により航続距離の低下等の問題が生じる。従来、この問題を防止するために機関をリッチ空燃比に切り換える際には操縦席の警告灯を点灯して操縦者に出力急変や燃費の増大が生じることを報知していた。このため、切換領域近傍では操縦者は常に警告灯を注視している必要があり操縦者の負担が大きくなっていた。

【0031】そこで、本実施例では、機関の巡航出力領域と高出力領域とでパワーレバー 40 の操作力を変えることにより、操縦者が警告灯を注視することなくリッチ空燃比への切換を知ることができるようにし、操縦者の負担を軽減している。なお、本実施例ではパワーレバー 40 の位置と機関出力（スロットル弁開度）とは 1 対 1 に対応しているため、パワーレバー 40 の位置により空燃比の切換をおこなっている。以下、簡単に本実施例の機関 1 の空燃比制御について説明する。

【0032】本実施例では、制御回路 10 は以下の式により燃料噴射弁 7 からの燃料噴射量 TAU を算出する。

$$TAU = TAU_P \times \alpha \times K$$

ここで、TAUP は機関に供給される混合気空燃比を理論空燃比にするために必要な燃料噴射量、すなわち基本燃料噴射量であり、 $\alpha$  は機関の運転状態により設定される定数、K は空燃比制御用の補正係数である。

【0033】また、基本燃料噴射量 TAU\_P は機関 1 の吸気圧力 PM と回転数 N の関数として予め与えられており、制御回路 10 は吸気通路圧力センサ 13 で検出した吸気圧力 PM と回転数センサ 11 で検出した機関回転数 N とに基づいて機関クランク軸の一定回転角毎に TAU\_P を算出する。また、空燃比補正係数 K はポジションセンサ 41 で検出したパワーレバー 40 のストローク位置により決定される。すなわち、パワーレバー 40 位置が機関低出力領域に相当する範囲にある場合には空燃比補正係数 K は 1 より大きい値に設定され、燃料噴射量 TAU の値は TAU\_P より大きくなり機関はリッチ空燃比で

運転される。また、巡航出力領域に相当するパワーレバー 40 位置では空燃比補正係数 K の値は 1 より小さい値に設定され、燃料噴射量 TAU の値は TAU\_P より小さくなり機関はリーン空燃比で運転される。さらに、高出力領域に相当するパワーレバー 40 位置では空燃比補正係数 K は 1 より大きい値に設定される。これにより、機関 1 は出力領域に応じた空燃比で運転されることになる。

【0034】次に、上述のようにパワーレバー 40 の操作力を変化させるための機構について図 5 から図 7 を用いて説明する。図 5 は、パワーレバー 40 の側面図、図 6 は正面図である。パワーレバー 40 は回動軸 45 まわりに回動可能に取り付けられたレバー本体 46 からなり、レバー 46 の一端 46 a には前述のブッシュブルケール 37 a、35 a の端部が取り付けられ、他端 46 b には操作ハンドル 47 が設けられている。また、ハンドル 47 と回動軸 45 との間のレバー側面には操作力調節用シム 48 が取り付けられている。また、図 6 に示すようにレバー本体 46 の側面にはボール 49 がレバー本体 46 近傍の固定部に取着されたスプリング 50 により押しつけられている。

【0035】パワーレバー 40 を操作すると、ボール 49 はレバー本体 46 側面を押圧しながら回転し、パワーレバー 40 に操作反力を発生させる。また、シム 48 はパワーレバー 40 が機関高出力領域にあるときにボール 49 と係合する位置に取り付けられている。このため、パワーレバー 40 が高出力領域に相当する位置にある場合には、シム 48 厚さに相当する量だけスプリング 50 が圧縮されるためボール 49 はパワーレバー 40 が高出力領域にある場合には他の位置にある場合より強い力でレバー本体 46 に押圧される。従って、高出力領域ではパワーレバー 40 の操作力が増大する。

【0036】図 7 はレバー本体 46 に取り付けられたシム 48 の拡大図である。図 7 に示すように、シム 48 端部には傾斜面 48 a が設けられており、巡航出力領域から高出力領域にパワーレバー 40 を操作する際に、高出力領域に入る前にパワーレバー 40 操作力が増大を開始するようになっている（図 8 参照）。このため、操縦者はパワーレバー 40 操作中に機関空燃比がリーンからリッチに切り換えられる際に、レバー操作力の増大により前もって空燃比の切換が生じることを知ることができる。従って、操縦者は巡航出力領域と高出力領域との境界付近で従来のように警告灯を注視しながらパワーレバー 40 の操作を行う必要がないため操縦者の負担が大幅に軽減される。

【0037】なお、上記実施例ではレバー本体側面に取り付けたシムと、レバー本体側面に押圧されるボールとを用いてパワーレバー 40 の操作力を変化させているが、他の機構を用いてパワーレバー 40 の操作力を変化させることも可能である。例えば、図 9 に示すようにパ



ワーレバー 40 の回動軸 45 まわりに、操作力調節用カム 52 を設け、このカム 52 にスプリング 50 で付勢したボール 49 を係合させるようにしても良い。カム 52 はパワーレバー 40 の高出力領域位置に相当する部分のカム高さが他の部分より高くなっており、この部分での操作力が他の部分より大きくなるようにされている。

【0038】また、ボール 49 とスプリング 50 とを用いずに、可変反力ダンパ 60 を用いてパワーレバー 40 の操作力を変化させることも可能である。図 10 は可変反力ダンパ 60 を用いた場合の構成の一例を示している。また、図 10 ではダンパ 60 をパワーレバー 40 に取り付けた場合について示しているが、ダンパ 60 をパワーレバー 40 ではなく図 1 のスロットル開度設定カム 35、ガバナーの回転数設定機構 37 のいずれか一方または両方に設けるようにしても良い。

【0039】図 11 に可変反力ダンパ 60 の構造の一例を示す。本実施例の可変反力ダンパは通常の油圧ダンパと同様にシリンダ 60a 内壁に摺接するピストン 60b とピストン 60b に取付けられたロッド 60c とを備えている。本実施例ではロッド 60c はパワーレバー 40 に連結され、シリンダ 60a はパワーレバー 40 近傍の固定部に取着される。パワーレバー 40 が操作されるとロッド 60c を介してピストン 60b が押動される。ピストン 60b には油通路 60d が設けられており、パワーレバー 40 の操作によりピストン 60b がシリンダ 60a 内を摺動すると、油通路 60d を通ってシリンダ 60a 内に充満した作動油がピストン 60b の一方の側から他方の側に移動し、この流動抵抗によりパワーレバー 40 の操作反力が発生する。

【0040】可変反力ダンパ 60 のシリンダ 60a 内壁には軸線方向に所定長さの反力調整用の油溝 60e が設けられている。このため、ピストン 60b がシリンダ内壁の油溝 60e 部分を摺動する場合には、作動油は油通路 60d に加えて油溝 60e を通って流動可能となるため、パワーレバー 40 の操作反力は低くなる。本実施例では、油溝 60e はパワーレバー 40 の巡航出力領域に相当する範囲に設けられており、高出力領域に相当する位置には油溝は設けられていない。このため、高出力領域では巡航出力領域に較べてパワーレバー 40 の操作力が増大することになる。

【0041】また、巡航出力領域と高出力領域との間で油溝 60e 深さを徐々に浅くするにすれば、この部分では次第にパワーレバー 40 の操作力が増大するようになるため、図 8 に示したと同じ操作力変化を得ることができる。また、図 11 に点線で示したように上記油溝 60e に加えてピストン 60b が高出力領域に位置するときにピストンと係合するスプリング 60f を設ければ、高出力領域でのパワーレバー 40 の操作力を一層大きくす

ることができる。

【0042】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、プロペラの回転数を設定回転数に制御するガバナー手段と、スロットル弁の開度を設定開度に制御するスロットル手段とを単一のレバーで操作する場合に、ガバナー手段の設定回転数とスロットル手段の設定開度とのうち少なくとも一方を、レバー操作量に対して非線形に変化させる非線形制御手段を設けたことにより、プロペラ回転数に対する機関出力の変化特性を任意に設定することが可能となるので、プロペラ回転数に対する機関出力の変化特性を機体やプロペラ等の特性に応じた最適な形に設定することが可能となるという共通の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の全体構成を示す略示図である。

【図 2】図 1 の実施例におけるプロペラ回転数とスロットル弁開度のパワーレバー操作量に対する変化特性の一例を示す図である。

【図 3】スロットル弁開度開度設定用非線形カムの形状の一例を示す図である。

【図 4】プロペラ回転数とスロットル弁開度のパワーレバー操作量に対する変化特性の図 2 とは別の例を示す図である。

【図 5】パワーレバー操作力変更機構の一例を説明する図である。

【図 6】パワーレバー操作力変更機構の一例を説明する図である。

【図 7】パワーレバー操作力変更機構の一例を説明する図である。

【図 8】図 5 から図 7 の機構によるパワーレバー操作力変化を示す図である。

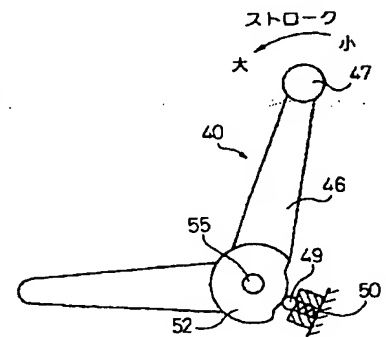
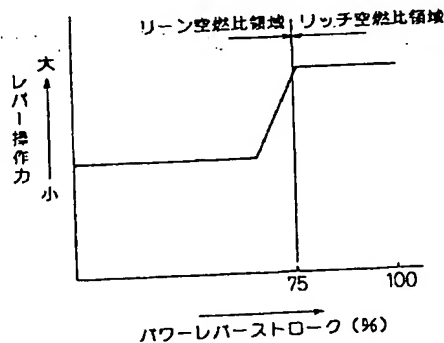
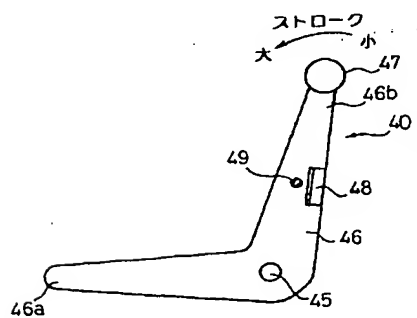
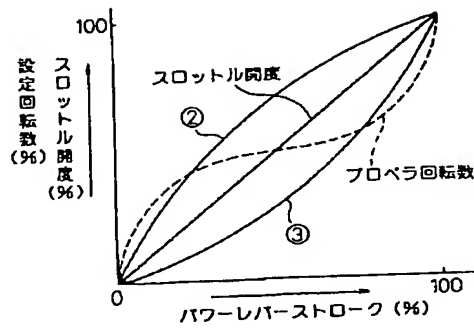
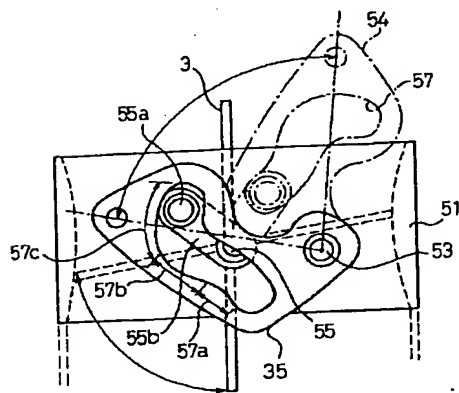
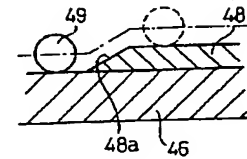
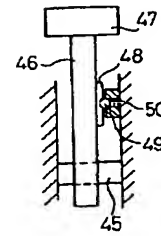
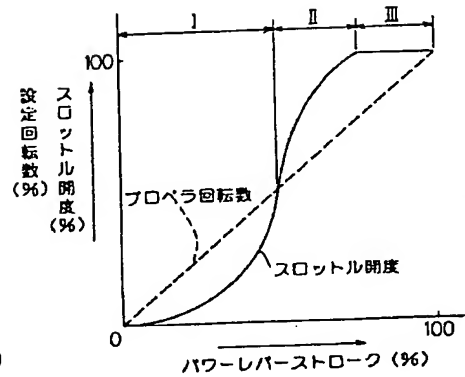
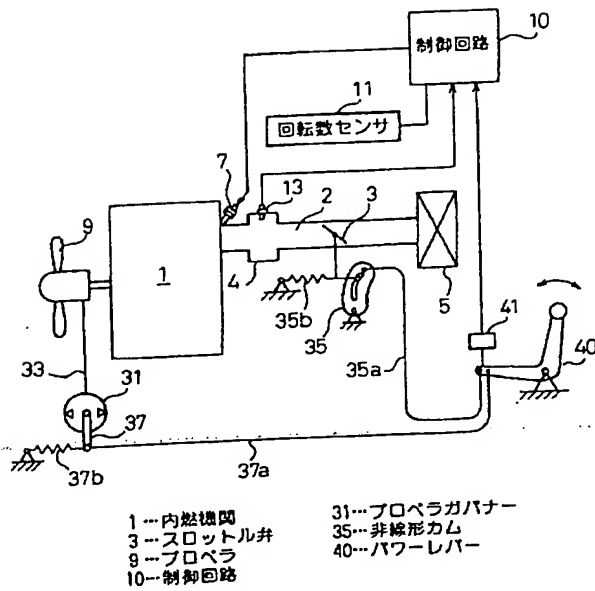
【図 9】パワーレバー操作力変更機構の別の例を示す図である。

【図 10】パワーレバー操作力変更機構の更に別の例を示す図である。

【図 11】図 10 の機構に用いる可変反力ダンパの構造を説明する図である。

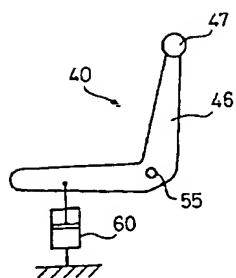
【符号の説明】

- 1…内燃機関本体
- 3…スロットル弁
- 9…可変ピッチプロペラ
- 10…制御回路
- 31…プロペラガバナー
- 35…非線形カム
- 37…回転数設定機構
- 35a、37a…プッシュプルケーブル
- 40…パワーレバー

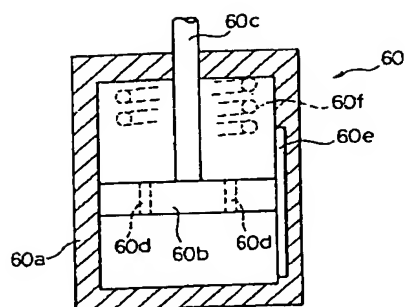




【図 10】



【図 11】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-324496

(43)Date of publication of application : 10.12.1996

(51)Int.Cl.

B64C 11/40

(21)Application number : 07-131969

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.05.1995

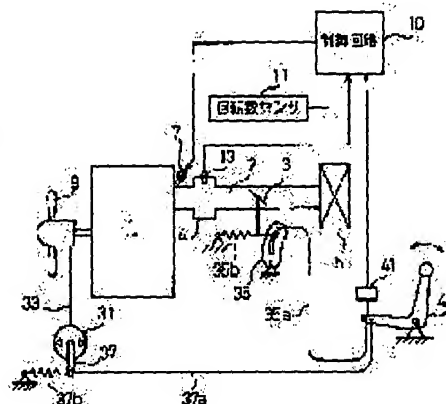
(72)Inventor : TANAKA SHIGEKI

## (54) CONTROLLER FOR PROPULSION ENGINE FOR AIRCRAFT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To optimize engine output characteristics in relation to the propeller rotational number by non-linearly changing at least one of the set rotational number and the set throttle opening in relation to the lever operating amount in a governor means for controlling the propeller rotational number to the set rotational number through a process of changing the pitch of a variable pitch propeller.

CONSTITUTION: In a constant speed variable pitch propeller 9 connected to an output shaft of a propulsion engine for an aircraft, composed of a multiple- cylinder four cycle reciprocating engine, the propeller pitch is controlled by a propeller governor 31. In this case, a power lever 40 for simultaneously adjusting the set rotational number of the propeller governor 31 and the opening of a throttle valve 3 is provided, and the ends of the power lever 40 are respectively connected to a rotational number setting mechanism 37 of the governor 31 and an opening setting cam 35 of the throttle valve 3 through cables 37a, 35a. The opening setting cam 35 is taken as a non-linear cam, and the opening of the throttle valve 3 is changed by the non-linear cam 35 into a non-linear shape in relation to the operating amount of the power lever 40.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3211624

[Date of registration] 19.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the control unit of the promotive body for aircrafts equipped with a nonlinear control means by which the aforementioned control means change at least one side nonlinear to the control input of the lever of the aforementioned single in the control unit of the promotive body for aircrafts characterized by providing the following among the setting rotational frequency of the aforementioned centrifugal-spark-advancer means, and the setting opening of the aforementioned throttle means. The variable-pitch propeller connected to the power shaft. A centrifugal-spark-advancer means to control the rotational frequency of a propeller to a setting rotational frequency by changing the aforementioned propeller pitch. The throttle valve arranged at the engine inhalation-of-air path. A throttle means to control the opening of this throttle valve to setting opening, and control means to which both the setting rotational frequency of the aforementioned centrifugal-spark-advancer means and the setting opening of the aforementioned throttle means are changed according to the control input of a single lever.

[Claim 2] When a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is in the low rotation side field appointed beforehand, the aforementioned nonlinear control means So that throttle means setting opening may become small compared with the case where throttle means setting opening is changed to alignment to the control input of the aforementioned lever and when a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is in the high rotation side field appointed beforehand The control unit of the promotive body for aircrafts according to claim 1 which controls throttle means setting opening nonlinear so that throttle means setting opening becomes large compared with the case where the setting opening of a throttle means is changed to alignment to the control input of a lever.

[Claim 3] When throttle means setting opening is in the low-power output side field appointed beforehand, the aforementioned nonlinear control means So that a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency may become large compared with the case where a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is changed to alignment to the control input of the aforementioned lever and when throttle means setting opening is in the low-power output side field appointed beforehand The control unit of the promotive body for aircrafts according to claim 1 which controls a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency nonlinear so that a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency becomes small compared with the case where a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is changed to alignment to the control input of a lever.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the control unit of the promotive body for aircrafts.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, an engine rotational frequency and unit power (throttle-valve opening) were controlling by the aero-engine which has a variable-pitch propeller separately, when a pilot operated an individual lever. That is, in these engines, by changing a propeller pitch, the load which joins an engine is adjusted and the propeller centrifugal spark advancer which controls an engine rotational frequency to a setting rotational frequency is formed. By operating a throttle lever other than the above-mentioned centrifugal-spark-advancer lever, the pilot adjusted throttle opening and had got desired unit power while he set a propeller centrifugal spark advancer's setting rotational frequency as the desired value by operating this centrifugal-spark-advancer lever. However, it is complicated to perform separately operation of a centrifugal-spark-advancer lever and operation of a throttle lever as mentioned above, and it has the problem to which a pilot's burden becomes large. Moreover, in adjusting the air-fuel ratio of the gaseous mixture which is supplied to an engine in addition to the above and aiming at mpg reduction at the time of cruising, operation operation becomes complicated further.

[0003] In order to solve the above-mentioned problem, the aero-engine which controlled simultaneously throttle opening and the propeller centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency by the single lever is indicated by the U.S. Pat. No. 426170 official report. The engine of this official report forms the fuel-injection control unit which controls the fuel oil consumption to an engine based on an engine inhalation air content, a propeller centrifugal spark advancer and a throttle valve are connected to a single power lever by the link mechanism, and it is made for a propeller centrifugal spark advancer's setting rotational frequency and throttle opening to change simultaneously according to the control input of a power lever. Thereby, simultaneous [ for example, a propeller centrifugal spark advancer's setting rotational frequency ] to a low case, since throttle opening is also set up small, low rotation low-power output operation of an engine is performed, and throttle opening is also simultaneously set up greatly when a propeller centrifugal spark advancer's setting rotational frequency is high, high rotation high power operation of an engine is performed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since it becomes possible to control an engine rotational frequency and unit power by operation of a single power lever simultaneously according to the equipment of the above-mentioned U.S. Pat. No. 426170 official report, there is an advantage that operation operation of the aircraft can be simplified. However, with the equipment of the above-mentioned official report, although it is made to control an engine rotational frequency and unit power by operation of a single power lever simultaneously, consideration is not paid for the change property of the unit power to propeller rotational frequency change at all. That is, as a result of changing an engine rotational frequency and unit power simultaneously by operation of a single power lever, both an engine rotational frequency and unit power will be determined by only the position of a power lever. Therefore, since the unit-power change property over a propeller rotational frequency will be fixed, the controllability of the aircraft will be influenced by setup of this property. for this reason -- for example, having set the propeller centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency and the throttle opening setting rotational frequency as the so-called alignment property that both an engine rotational frequency and throttle opening change in proportion to both the control inputs of a power lever -- if -- to a propeller rotational frequency, unit power will also have an alignment property and the problem by which the relation between a propeller rotational frequency and unit power is not necessarily optimized produces it

[0005] this invention aims at offering the control unit of the promotive body for aircrafts which can optimize the unit-power property over a propeller rotational frequency, when controlling both the rotational frequency of an aero-engine,

and an output by operation of a single power lever in view of the above-mentioned problem.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The variable-pitch propeller which was connected to the power shaft according to invention according to claim 1, A centrifugal-spark-advancer means to control the rotational frequency of a propeller to a setting rotational frequency by changing the aforementioned propeller pitch, The throttle valve arranged at the engine inhalation-of-air path, and a throttle means to control the opening of this throttle valve to setting opening, In the control unit of the promotive body for aircrafts equipped with the control means to which both the setting rotational frequency of the aforementioned centrifugal-spark-advancer means and the setting opening of the aforementioned throttle means are changed according to the control input of a single lever As for the aforementioned control means, the control unit of the promotive body for aircrafts equipped with a nonlinear control means to change at least one side nonlinear to the control input of the lever of the aforementioned single is offered among the setting rotational frequency of the aforementioned centrifugal-spark-advancer means, and the setting opening of the aforementioned throttle means.

[0007] According to invention according to claim 2, it sets to a claim 1. the aforementioned nonlinear control means

When a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is in the low rotation side field appointed beforehand So that throttle means setting opening may become small compared with the case where throttle means setting opening is changed to alignment to the control input of the aforementioned lever and when a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is in the high rotation side field appointed beforehand The control unit of the promotive body for aircrafts which controls throttle means setting opening nonlinear so that throttle means setting opening becomes large compared with the case where the setting opening of a throttle means is changed to alignment to the control input of a lever is offered.

[0008] According to invention according to claim 3, it sets to a claim 1. the aforementioned nonlinear control means When throttle means setting opening is in the low-power output side field appointed beforehand So that a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency may become large compared with the case where a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is changed to alignment to the control input of the aforementioned lever and when throttle means setting opening is in the low-power output side field appointed beforehand The control unit of the promotive body for aircrafts which controls a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency nonlinear so that a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency becomes small compared with the case where a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is changed to alignment to the control input of a lever is offered.

[0009]

[Function] In a control unit according to claim 1, control means are changed according to the control input of a lever with single setting rotational frequency of a centrifugal-spark-advancer means and setting opening of a throttle means. Moreover, a nonlinear control means controls at least one side to change nonlinear to the control input of a lever among the setting rotational frequency of the above-mentioned centrifugal-spark-advancer means, and the setting opening of a throttle means. Thereby, since the change property of the unit power to an engine rotational frequency is also set up nonlinear, compared with the case where a rotational frequency/output characteristics is set as alignment, a rotational frequency/output characteristics becomes a thing corresponding to the airframe property or the unit-power property.

[0010] Compared with the case where throttle means setting opening is controlled to alignment, in a low rotation field, a nonlinear control means has small throttle means setting opening, and is controlled by the control unit according to claim 2 in a high rotation side field to become large. For this reason, in a low rotation side field, change of the unit power to propeller rotational frequency change becomes small relatively, and change of the unit power to propeller rotational frequency change becomes large relatively in a high rotation side field.

[0011] Compared with the case where a centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency is controlled to alignment, in a low-power output side field, a nonlinear control means has a large centrifugal-spark-advancer means setting rotational frequency, and is controlled by the control unit according to claim 3 in a high power side field to become small. For this reason, in a low-power output side field, change of the unit power to propeller rotational frequency change becomes small relatively, and change of the unit power to propeller rotational frequency change becomes large relatively in a high rotation side field.

[0012]

[Example] The example of this invention is explained using an accompanying drawing below. Drawing 1 is the sketch showing the whole one example composition of the control unit of the promotive body for aircrafts of this invention. In drawing 1, 1 shows the internal combustion engine for aircrafts. In this example, the four-cycle reciprocating engine of many cylinders is used as an engine 1. Moreover, the throttle valve by which it was prepared in an engine's 1 inhalation-of-air path that 2 showed to drawing 1, and 3 was prepared in the inhalation-of-air path 2, the surge tank

with which 4 was prepared in throttle-valve 3 downstream of the inhalation-of-air path 2, and 5 show the air cleaner, respectively. Moreover, the fuel injection valve 7 which injects pressurization fuel is formed in each cylinder suction port at the suction port of each cylinder of an engine 1, respectively (to drawing 1, only one of fuel injection valves 7 is illustrated).

[0013] The fixed-speed variable-pitch propeller by which it was connected to an engine's 1 output shaft that 9 shows to drawing 1, and 31 are propeller centrifugal spark advancers which control the propeller pitch of a variable-pitch propeller 9. In this example, the propeller centrifugal spark advancer 31 is used as a centrifugal type centrifugal spark advancer, and is connected through the rotation transfer shaft which is not illustrated. The propeller centrifugal spark advancer 31 performs the operation which adjusts a propeller pitch so that an engine rotational frequency (propeller rotational frequency) may be in agreement with a setting rotational frequency. That is, when a propeller rotational frequency becomes higher than a setting rotational frequency, a centrifugal spark advancer 31 makes a propeller pitch increase, and reduces an engine rotational frequency by increasing the absorption horsepower of a propeller. Moreover, when a propeller rotational frequency becomes lower than a setting rotational frequency, a centrifugal spark advancer 31 reduces a propeller pitch, and increases an engine rotational frequency by reducing the absorption horsepower of a propeller. Thereby, a propeller rotational frequency (engine rotational frequency) is controlled always in agreement with a propeller centrifugal spark advancer's setting rotational frequency. What is shown in drawing by 33 is oil pressure piping for pitch regulation which connects a centrifugal spark advancer 31 and the oil pressure variable pitch mechanism of a propeller 9.

[0014] What is shown in drawing by 10 is the control circuit 10 which controls an engine 1. In this example, a control circuit 10 is used as the microcomputer of well-known composition of having connected RAM, ROM, and CPU mutually by the bidirectional bus, and performs basic control, such as AFC of an engine 1. the signal with which the rotational frequency N of an engine 1 is expressed to a control circuit 10 from the rotational frequency sensor 11 formed in the crankshaft (not shown) of an engine 1 for these control -- moreover, the signal with which the absolute pressure PM in a surge tank (MAP) is expressed from the intake-pressure sensor 13 formed in the surge tank 4 is inputted, respectively, and also the position signal which shows the position of the power lever 40 mentioned later is inputted from the position sensor 41, respectively. Moreover, it connects with the fuel injection valve 7 of each cylinder of an engine 1 through the drive circuit which is not illustrated, and the control circuit 10 is controlling the fuel injection from a fuel injection valve 7.

[0015] What 40 shows to drawing 1 is a power lever which adjusts simultaneously the opening of the propeller centrifugal spark advancer's 31 setting rotational frequency setting mechanism 37 and the opening setting cam 35 are drive only the amount to which the rotational frequency setting mechanism 37 and the opening setting cam 35 are proportional to the control input of the power lever 40 through the push pull cables 37a and 35a, respectively, if it connects with the opening setting cam 35 of a centrifugal spark advancer's 31 rotational frequency setting mechanism 37, and a throttle valve 3 through the push pull cables 37a and 35a, respectively and a pilot operates the power lever 40.

[0016] Moreover, the energization spring which energizes the opening setting cam 35 in the direction in which throttle-valve opening increases showed that 37b showed to drawing 1 by the energization spring which energizes the rotational frequency setting mechanism 37 in the direction in which a setting rotational frequency increases, and 35b. The energization springs 35b and 37b act in the direction which increases a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency or throttle-valve opening, respectively, when the push pull cables 35a or 37a are cut. For this reason, since another side is controlled where either a propeller rotational frequency or throttle-valve opening is fixed to maximum when one side of the push pull cables 35a or 37a is cut, it becomes possible to control the thrust of an airframe by the push pull cable of a normal side.

[0017] Here, a centrifugal spark advancer's 31 setting rotational frequency changes in proportion to the amount of operations of the rotational frequency setting mechanism 37. That is, a centrifugal spark advancer's 31 number of setting rotational frequencies is set up so that it may change to alignment to the control input of the power lever 40. On the other hand, in this example, the opening setting cam 35 connected with the throttle valve 3 is used as the nonlinear cam, and opening change of a throttle valve 3 is not proportional to the amount of operations of a cam 35. That is, the opening of a throttle valve 3 changes with operations of a nonlinear cam nonlinear to the control input of the power lever 40.

[0018] Drawing 2 is drawing showing an example of the change property of the throttle opening to the control input of the power lever 40. In drawing 2, the vertical axis shows throttle-valve opening (%) (and centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency (%)), the horizontal axis shows the actuated valve position (% stroke) of the power lever 40, the drawing solid line shows the change property of throttle opening, and the dotted line shows the change property of a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency. Although a centrifugal-spark-advancer setting rotational

frequency (dotted line) shows change of the alignment proportional to the control input of the power lever 40 as shown in drawing 2. Throttle opening is measured when a property is set as alignment (for example, when it is set as the same property as a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency). In the range by the side of high speed ( drawing 2 , section II), the centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency of opening is small in the range by the side of a low speed ( drawing 2 , Section I), and opening becomes large, and in the field ( drawing 2 and section III) where a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency is still larger, throttle opening is set up so that it may be maintained by full open.

[0019] Drawing 3 is drawing showing the configuration of the opening setting cam 35 for acquiring the nonlinear characteristic of drawing 2 . The opening setting cam 35 is attached in the circumference of the pin 53 on the throttle body 51 connected to the inhalation-of-air path 2 possible [ rotation ], and the push pull cable 35a edge from the power lever 40 is attached in the edge 54 of an opposite side with the attachment section to a pin 53. Moreover, it is fixed to the driving shaft 55 which penetrates a throttle body 51, and a throttle valve 3 rotates to a driving shaft 55 and one. The cam groove 57 is formed in the opening setting cam 35. Arm 55b which has pin 55a is being fixed to the shaft 55 of a throttle valve 3 by the end, and pin 55a is engaging with the cam groove 57 of the opening setting cam 35.

[0020] Therefore, if the rotation drive of the opening setting cam 35 is carried out by push pull cable 35a, pin 55a will move along with a cam groove 57, and will rotate a throttle valve 3 through arm 55b and a shaft 55. A cam position in case a throttle valve 3 becomes a close by-pass bulb completely (0% opening) shows that a solid line shows drawing 3 by the cam position in case a throttle valve 3 is opened fully (100% opening), and the dotted line. That is, it is engaging with section 57a of a cam groove 57 in the position where the control input (stroke) of the power lever 40 showed pin 55a to drawing 3 by the dotted line in the state of 0. Moreover, if the power lever 40 is operated, pin 55a will move in the inside of a cam groove, engaging with section 57a of a cam groove 57. To the angle of rotation of a cam 35, the configuration of section 57a of a cam groove 57 has the small angle of rotation of arm 55b at first, and it is set up so that it may become large gradually. For this reason, while section 57a and pin 55a of a cam groove 57 are being engaged, throttle opening changes like the drawing 2 section I to power lever 40 stroke. Moreover, if the stroke of the power lever 40 increases and the angle of rotation of a cam 35 increases, next, pin 55a will engage with section 57b of a cam groove 57. To the angle of rotation of a cam 35, the configuration of section 57b of a cam groove 57 has the large angle of rotation of arm 55b at first, and it is set up so that it may become small gradually, and at the termination of section 57b, it is set up so that throttle opening may be opened fully. For this reason, while pin 55a is engaging with section 57b of a cam groove 57, throttle opening will change like the drawing 2 section II to power lever 40 stroke.

[0021] Moreover, if the stroke of the power lever 40 increases further from this state and a cam 35 rotates, pin 55a will come to engage with section 57c of a cam groove 57. The configuration of section 57c is set up so that the angle of rotation of arm 55b may be maintained to regularity (throttle-valve open position) irrespective of the rotation position of a cam 35, and throttle opening is maintained by full open irrespective of the stroke of the power lever 40 in this section ( drawing 2 section III).

[0022] In this example, change of the throttle opening per amount of unit operations of the power lever 40 (unit power) becomes small compared with the case where a throttle opening property is set as alignment, in the low rotation side field ( drawing 2 , Section I) of a propeller as shown in drawing 2 , as a result of setting up a throttle opening property. For this reason, in a low rotation low-speed field, it becomes possible to perform delicate regulation of unit power, and the controllability in a low rotation low-speed field improves. Moreover, in a low rotation side field, since unit power becomes small compared with the case where a throttle opening property is set as alignment, a propeller pitch comes to be small set up also at the same rotational frequency. Therefore, there is an advantage to which the fall of a thrust becomes large and slowdown operation becomes easy at the time of an airframe slowdown etc.

[0023] On the other hand, in the high rotation side field ( drawing 2 , section II) of a propeller, contrary to the above, since throttle opening is greatly set up compared with the case where a throttle opening property is set as alignment and unit power becomes large, a propeller pitch comes to be greatly set up also at the same propeller rotational frequency. Therefore, in a propeller quantity rotation side field, operation becomes easy at the time of operation which a big thrust comes to be obtained and needs the thrusts at the time of taking off and landing etc. Moreover, in a high rotation side, since throttle opening is set up greatly, there is an advantage whose engine efficiency in a high rotation side field inhalation-of-air resistance decreases and improves rather than the case where a throttle property is set as alignment.

[0024] In addition, in this example, although the throttle opening property (solid line) is set as alignment nonlinear, as a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency property (dotted line) is shown in drawing 4 curve \*\* like drawing 2 , the same effect as this example can be acquired also by setting a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency property (dotted line) as alignment for a throttle opening property (solid line) nonlinear. In this case, what is necessary is to set the cam groove 57 of the throttle opening setting cam 35 as the configuration from which the angle of rotation and throttle-valve opening of a cam become alignment, and just to make it prepare the same



nonlinear cam as drawing 3 in a centrifugal spark advancer's 31 rotational frequency setting mechanism 37. Moreover, it is also possible by preparing a nonlinear cam in the rotational frequency setting mechanism 37, and making the cam groove of the setting cam 35 into a nonlinear characteristic to make nonlinear both a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency property and a throttle-valve setting opening property.

[0025] Moreover, it is necessary to set up the throttle-valve opening property other than a property and centrifugal-spark-advancer opening property of drawing 2 depending on the airframe property of the aircraft. In this example, since the nonlinear cam is used as a throttle-valve opening setting cam 35, arbitrary throttle opening properties can be easily acquired by setting the cam groove of this nonlinear cam as a proper form. For example, a property like drawing 4, curve \*\*, and \*\* also has the advantage which can be acquired easily. Moreover, if a nonlinear cam is applied to a centrifugal-spark-advancer rotational frequency setting mechanism, arbitrary centrifugal-spark-advancer rotational frequency properties can be set up simply similarly.

[0026] Moreover, although the change property over power lever 40 control input of either a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency or throttle-valve setting opening and both was made nonlinear using the nonlinear cam in this example, you may make it give a nonlinear characteristic by link mechanisms other than a nonlinear cam. Furthermore, it is made to drive both the rotational frequency setting mechanism 37, or both [ one side or ] using the independent actuator (for example, a stepper motor, an actuator) etc., the operation of this actuator is controlled by the control circuit 10, and you may make it give a nonlinear characteristic to a centrifugal-spark-advancer setting rotational frequency or throttle-valve opening.

[0027] Next, the structure of the power lever 40 of this example is explained. In this example, the mechanism in which the operating physical force of a lever is changed with the stroke position of a power lever is prepared in the power lever 40. That is, while the control input of the power lever 40 has a small stroke, an operating physical force is comparatively small and it is made for an operating physical force to change bordering on a fixed stroke at this example, by larger stroke than a certain stroke (for example, stroke equivalent to about 75% of an engine's rated output), so that an operating physical force may become comparatively large.

[0028] As mentioned above, the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied to an engine is controlled by this example by the control circuit 10. A control circuit 10 sets an engine air-fuel ratio to a rich side (it is about 12 at an air-fuel ratio) from theoretical air fuel ratio in the field (for example, 30% or less of rated output) where unit power is low, and sets an engine air-fuel ratio to a RIN side (it is about 18 at an air-fuel ratio) from theoretical air fuel ratio in the field beyond this (a cruising-horsepower-output field, for example, the field from 30% to about 75% of rated output). Furthermore, in the field (for example, 75% or more of rated output) where unit power is large, an engine air-fuel ratio is again set to a rich side (it is about 12 at an air-fuel ratio) from theoretical air fuel ratio.

[0029] That is, in order to reduce mpg, as for an engine's 1 air-fuel ratio, setting to a RIN side is more desirable than theoretical air fuel ratio as much as possible. However, if an engine air-fuel ratio is set as a RIN air-fuel ratio at the time of engine low-power output, the case where an engine's rotational frequency is not stabilized will arise. Moreover, the problem from which sufficient unit power will not be obtained if an engine air-fuel ratio is set as a RIN air-fuel ratio at the time of engine high power, and an engine exhaust-gas temperature rise too much, and the problem of the life of the element of an exhaust air system falling arises. then -- in order that a control circuit 10 may stabilize operation of an engine in an engine low-power output field (for example, 30% or less of rated output), while setting an engine air-fuel ratio as a rich air-fuel ratio in this example -- under a flight -- an engine with the highest operating frequency -- the crown -- in the output area (cruising-horsepower-output field) (for example, field from about 30% to about 75% of rated output), an engine air-fuel ratio is set as a RIN air-fuel ratio, and reduction of mpg is aimed at. Furthermore, in the high power field (for example, 75% or more of field of rated output), reservation of unit power and too much rise prevention of an exhaust-gas temperature are aimed at by setting an engine air-fuel ratio as a rich air-fuel ratio. in addition, the change (rich -> RIN) of the air-fuel ratio in the case of the low-power output field at the time of unit-power increase to cruising-horsepower-output field shift is made to perform the change (RIN-> -- rich) of the air-fuel ratio in the case of the shift to a high power field from a cruising-horsepower-output field momentarily from a viewpoint of exhaust air system element protection, although it is made for sudden change of deed unit power not to arise gradually. For this reason, when unit power increases and it goes into a high power field from a cruising-horsepower-output field, an output will increase rapidly by rich-ization of an air-fuel ratio.

[0030] If increase of such a rapid output arises in the state where a pilot does not expect, a sudden rise of the airframe by rapid increase of a thrust etc. may arise, and aggravation of controllability may arise. Moreover, if operation in a high power field is frequently performed even when the pilot expects, problems, such as a fall of flight range, will arise by increase of mpg. In order to prevent this problem conventionally, when switching an engine to a rich air-fuel ratio, it had reported that turned on the alarm lamp of a cockpit and output sudden change and increase of mpg arose in a pilot. For this reason, near the change field, the pilot needed to always be gazing at the alarm lamp and a pilot's burden was

large.

[0031] Then, in this example, by changing the operating physical force of the power lever 40 in an engine's cruising-horsepower-output field and high power field, it enabled it to know the change to a rich air-fuel ratio, without a pilot gazing at an alarm lamp, and a pilot's burden is mitigated. In addition, in this example, since the position and unit power (throttle-valve opening) of the power lever 40 correspond to 1 to 1, they are switching the air-fuel ratio with the position of the power lever 40. Hereafter, the AFC of the engine 1 of this example is explained briefly.

[0032] In this example, a control circuit 10 computes the fuel oil consumption TAU from a fuel injection valve 7 by the following formulas.

$TAU = TAUP \times \alpha \times K$  -- it is fuel oil consumption required in order that TAUP may make the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied to an engine theoretical air fuel ratio here, i.e., basic fuel oil consumption, and the constant and K to which alpha is set according to an engine's operational status are a correction factor for AFC

[0033] Moreover, the basic fuel oil consumption TAUP is beforehand given as an engine's 1 MAP PM, and a function of a rotational frequency N, and a control circuit 10 computes TAUP for every fixed angle of rotation of an engine crankshaft based on MAP PM detected by the inhalation-of-air path pressure sensor 13, and the engine rotational frequency N detected by the rotational frequency sensor 11. Moreover, the air-fuel ratio correction factor K is determined by the stroke position of the power lever 40 detected by the position sensor 41. That is, when power lever 40 position is in the range equivalent to an engine low-power output field, the air-fuel ratio correction factor K is set as a larger value than 1, the value of fuel oil consumption TAU becomes larger than TAUP, and an engine is operated with a rich air-fuel ratio. Moreover, in power lever 40 position equivalent to a cruising-horsepower-output field, the value of the air-fuel ratio correction factor K is set as a value smaller than 1, the value of fuel oil consumption TAU becomes smaller than TAUP, and an engine is operated with a RIN air-fuel ratio. Furthermore, in power lever 40 position equivalent to a high power field, the air-fuel ratio correction factor K is set as a larger value than 1. By this, an engine 1 will be operated with the air-fuel ratio according to the output area.

[0034] Next, the mechanism for changing the operating physical force of the power lever 40 as mentioned above is explained using drawing 7 from drawing 5. Drawing 5 is the side elevation of the power lever 40, and drawing 6 is front view. The power lever 40 consists of a lever main part 46 attached in the circumference of the rotation shaft 45 possible [ rotation ], the edge of the above-mentioned push pull cables 37a and 35a is attached in end 46a of a lever 46, and the operation handle 47 is formed in other end 46b. Moreover, SIMM 48 for operating-physical-force regulation is attached in the lever side between a handle 47 and the rotation shaft 45. Moreover, as shown in drawing 6, the ball 49 is pushed against the side of the lever main part 46 with the spring 50 attached in the about 46 lever main part fixed part.

[0035] When the power lever 40 is operated, a ball 49 rotates pressing the lever main part 46 side, and makes the power lever 40 generate operation reaction force. Moreover, SIMM 48 is attached in the position which engages with a ball 49 when the power lever 40 is in an engine high power field. For this reason, it is pressed by the lever main part 46 by the force in which only the amount which is equivalent to SIMM 48 thickness when the power lever 40 is in the position equivalent to a high power field is stronger than the case where it is in other positions when a ball 49 has the power lever 40 in a high power field since a spring 50 is compressed. Therefore, in a high power field, the operating physical force of the power lever 40 increases.

[0036] Drawing 7 is the enlarged view of SIMM 48 attached in the lever main part 46. Before going into a high power field in case inclined plane 48a is prepared in SIMM 48 edge and the power lever 40 is operated from a cruising-horsepower-output field to a high power field as shown in drawing 7, power lever 40 operating physical force starts increase (refer to drawing 8). For this reason, a pilot can know that the change of an air-fuel ratio will arise beforehand by increase of lever control force, in case an engine air-fuel ratio is richly switched from RIN during power lever 40 operation. Therefore, since a pilot does not need to operate the power lever 40, gazing at an alarm lamp like before near the boundary of a cruising-horsepower-output field and a high power field, a pilot's burden is mitigated sharply.

[0037] In addition, although the operating physical force of the power lever 40 is changed using the SIMM attached in the lever main part side, and the ball pressed by the lever main part side in the above-mentioned example, it is also possible to change the operating physical force of the power lever 40 using other mechanisms. For example, as shown in drawing 9, the cam 52 for operating-physical-force regulation is formed in the circumference of the rotation shaft 45 of the power lever 40, and you may make it make the ball 49 energized by the spring 50 for this cam 52 engaged. The cam 52 is higher than the portion of others [ cam rise / of the portion equivalent to the high power region of the power lever 40 ], and it is made for the operating physical force in this portion to become larger than other portions.

[0038] Moreover, it is also possible to change power lever 40 operating physical force using the adjustable reaction force damper 60, without using a ball 49 and a spring 50. Drawing 10 shows an example of the composition at the time of using the adjustable reaction force damper 60. Moreover, although drawing 10 shows the case where a damper 60 is

attached in the power lever 40, you may make it form a damper 60 in both not the power lever 40 but the throttle opening setting cam 35 of drawing 1 , and a centrifugal spark advancer's rotational frequency setting both [ either or ] 37.

[0039] An example of the structure of the adjustable reaction force damper 60 is shown in drawing 11 . The adjustable reaction force damper of this example is equipped with rod 60c attached in piston 60b which \*\*\*\*s to a cylinder 60a wall like the usual oleo damper, and piston 60b. In this example, rod 60c is connected with the power lever 40, and cylinder 60a is attached in an about 40 power lever fixed part. Operation of the power lever 40 pushes piston 60b through rod 60c. If 60d of oil paths is established in piston 60b and piston 60b slides on the inside of cylinder 60a by operation of the power lever 40, the hydraulic oil with which it was filled in cylinder 60a through 60d of oil paths will move to an another side side from one piston 60b side, and the operation reaction force of the power lever 40 will occur by this flow resistance.

[0040] Oil-groove 60e for reaction force adjustment of predetermined length is prepared in the direction of an axis at the cylinder 60a wall of the adjustable reaction force damper 60. For this reason, since a flow of a hydraulic oil is attained through oil-groove 60e in addition to 60d of oil paths when piston 60b slides on the oil-groove 60e portion of a cylinder wall, the operation reaction force of the power lever 40 becomes low. In this example, oil-groove 60e is prepared in the range equivalent to the cruising-horsepower-output field of the power lever 40, and the oil groove is not prepared in the position equivalent to a high power field. For this reason, in a high power field, power lever 40 operating physical force will increase compared with a cruising-horsepower-output field.

[0041] Moreover, in this portion, if it is made to make the oil-groove 60e depth shallow between a cruising-horsepower-output field and a high power field gradually, in order for power lever 40 operating physical force to increase gradually, the same operating-physical-force change can be obtained with having been shown in drawing 8 . Moreover, if spring 60f which engages with a piston is prepared when piston 60b is located in a high power field in addition to the above-mentioned oil-groove 60e, as the dotted line showed to drawing 11 , power lever 40 operating physical force in a high power field can be enlarged further.

[0042]

[Effect of the Invention] A centrifugal-spark-advancer means to control the rotational frequency of a propeller to a setting rotational frequency according to invention given in each claim, When operating a throttle means to control the opening of a throttle valve to setting opening, with a single lever By having established a nonlinear control means to change at least one side nonlinear to a lever control input, among the setting rotational frequency of a centrifugal-spark-advancer means, and the setting opening of a throttle means Since it becomes possible to set up arbitrarily the change property of the unit power to a propeller rotational frequency, the common effect of becoming possible to set the change property of the unit power to a propeller rotational frequency as the optimal form according to properties, such as an airframe and a propeller, is done so.

---

[Translation done.]

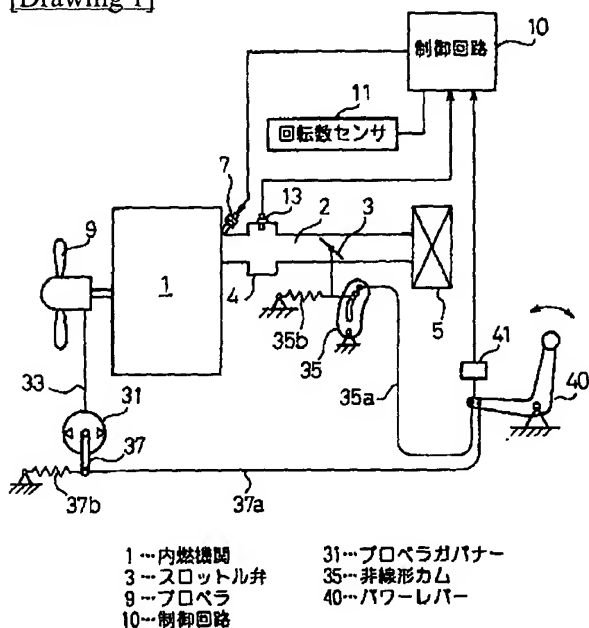
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

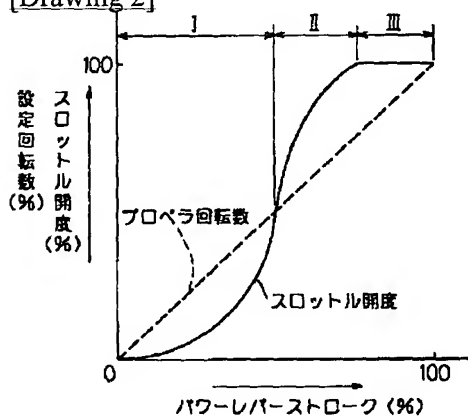
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

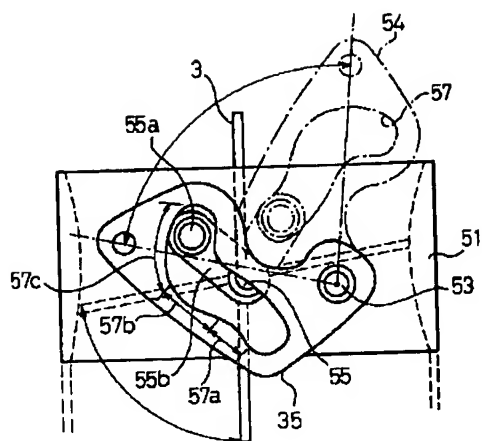
[Drawing 1]



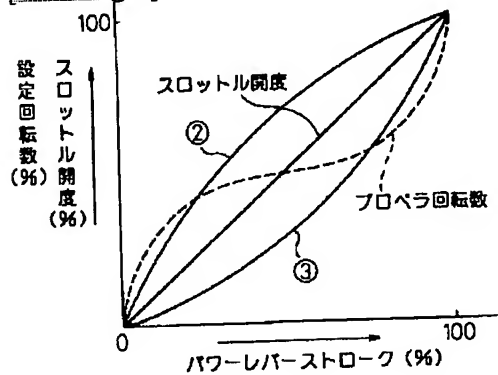
[Drawing 2]



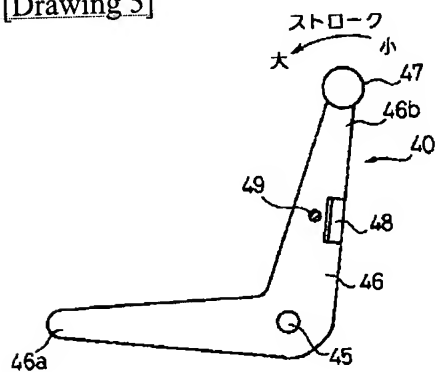
[Drawing 3]



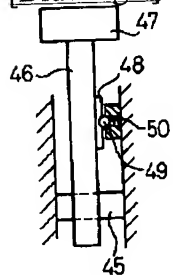
[Drawing 4]



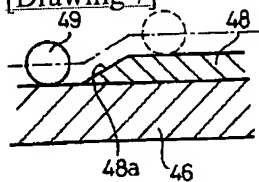
[Drawing 5]



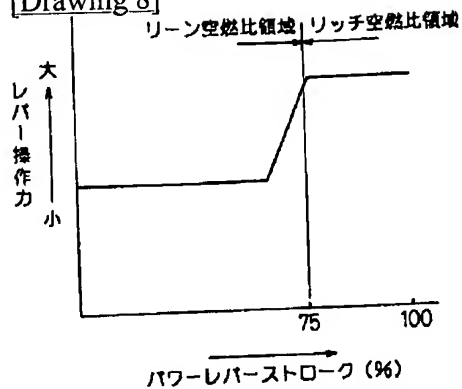
[Drawing 6]



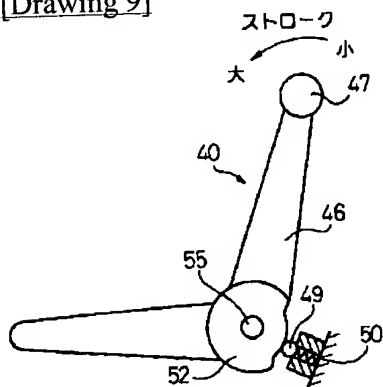
[Drawing 7]



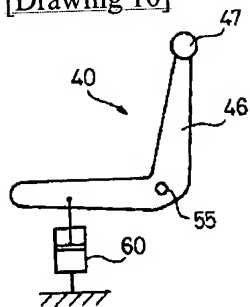
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]

